

Dodatek **A**

Mezinárodní soustava jednotek (SI)

1. ZÁKLADNÍ JEDNOTKY SI

VELIČINA	NÁZEV	ZNAČKA	DEFINICE
délka	metr	m	„metr je délka dráhy proběhnuté světlem ve vakuu za dobu $1/299\,792\,458$ sekundy“ (ČSN ISO 31-1, prosinec 1994)
hmotnost	kilogram	kg	„kilogram je jednotka hmotnosti; rovná se hmotnosti mezinárodního prototypu kilogramu“ (ČSN ISO 31-3, prosinec 1994)
čas	sekunda	s	„sekunda je trvání $9\,192\,631\,770$ period záření odpovídajícího přechodu mezi dvěma velmi jemnými hladinami základního stavu atomu cesia 133“ (ČSN ISO 31-1, prosinec 1994)
elektrický proud	ampér	A	„ampér je stálý elektrický proud, který při průtoku dvěma přímými nekonečně dlouhými rovnoběžnými vodiči zanedbatelného kruhového průřezu, umístěnými ve vakuu ve vzdálenosti 1 metru, vyvolá mezi nimi sílu $2 \cdot 10^{-7}$ newtonu na metr délky“ (ČSN ISO 31-5, listopad 1995)
termodynamická teplota	kelvin	K	„kelvin, jednotka termodynamické teploty, je $1/273,16$ termodynamické teploty trojného bodu vody“ (ČSN ISO 31-4, prosinec 1994)
látkové množství	mol	mol	„mol je látkové množství soustavy, která obsahuje tolik elementárních entit, kolik je atomů v $0,012$ kg uhlíku 12. Při užití molu musí být elementární entity specifikovány. Mohou to být atomy, molekuly, ionty, elektrony, jiné částice nebo specifikované skupiny takových částic.“ (ČSN ISO 31-8, červen 1996)
svítivost	kandela	cd	„kandela je svítivost zdroje v daném směru, který vysílá monochromatické záření s kmitočtem $540 \cdot 10^{12}$ hertzů a má v tomto směru zářivost $1/683$ wattů na steradián“ (ČSN ISO 31-6, listopad 1995)

2. NĚKTERÉ ODVOZENÉ JEDNOTKY SI

VELIČINA	NÁZEV JEDNOTKY	ZNAČKA	
plocha	čtverečný metr	m^2	
objem	krychlový metr	m^3	
rychlost		$m \cdot s^{-1}$	
zrychlení		$m \cdot s^{-2}$	
rovinný úhel	radián	rad	
prostorový úhel	steradián	sr	
úhlová rychlost		$rad \cdot s^{-1}$	
úhlové zrychlení		$rad \cdot s^{-2}$	
frekvence, kmitočet	hertz	Hz	s^{-1}
hustota		$kg \cdot m^{-3}$	
síla	newton	N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
tlak	pascal	Pa	$N \cdot m^{-2}$
práce, energie, teplo	joule	J	$N \cdot m$
výkon	watt	W	$J \cdot s^{-1}$
elektrický náboj	coulomb	C	$A \cdot s$
potenciál, napětí	volt	V	$W \cdot A^{-1}$
intenzita elektrického pole		$V \cdot m^{-1}$	$N \cdot C^{-1}$
elektrický odpor	ohm	Ω	$V \cdot A^{-1}$
elektrická vodivost	siemens	S	Ω^{-1}
kapacita	farad	F	$A \cdot s \cdot V^{-1}$
magnetická indukce	tesla	T	$Wb \cdot m^{-2}$
magnetický tok	weber	Wb	$V \cdot s$
indukčnost	henry	H	$V \cdot s \cdot A^{-1}$
intenzita magnetického pole		$A \cdot m^{-1}$	
entropie		$J \cdot K^{-1}$	
měrná tepelná kapacita		$J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$	
tepelná vodivost		$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$	
Celsiova teplota	stupeň Celsia	$^{\circ}C$	
světelný tok	lumen	lm	cd·sr
osvětlení	lux	lx	$lm \cdot m^{-2}$
zářivost		$W \cdot sr^{-1}$	

Dodatek **B**

Některé základní fyzikální konstanty*

KONSTANTA	ZNAČKA	PŘIBLIŽNÁ HODNOTA	NEJPŘESNĚJŠÍ HODNOTA (1986)	
			HODNOTA ^a	NEJISTOTA ^b
Rychlost světla ve vakuu	c	$3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	2,99792458	přesně
Elementární náboj	e	$1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$	1,60217733	0,30
Gravitační konstanta ^e	G	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$	6,67259	128
Univerzální plynová konstanta	R	$8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	8,314510	8,4
Avogadrova konstanta	N_A	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	6,0221367	0,59
Boltzmannova konstanta	k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$	1,380658	8,5
Stefanova-Boltzmannova konstanta	σ	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$	5,67051	34
Molární objem ideálního plynu za STP ^d	V_m	$2,24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$	2,241409	8,4
Permitivita vakua	ϵ_0	$8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$	$1/(c^2 \mu_0)$	přesně
Permeabilita vakua	μ_0	$1,26 \cdot 10^{-6} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$	$4\pi \cdot 10^{-7}$	přesně
Planckova konstanta	h	$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	6,6260755	0,60
Redukovaná Planckova konstanta	$\hbar = h/(2\pi)$	$1,05 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	1,0545727	0,10
Hmotnost elektronu ^c	m_e	$9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ $5,49 \cdot 10^{-4} \text{ u}$	9,1093897 5,48579903	0,59 0,023
Hmotnost protonu ^c	m_p	$1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ $1,0073 \text{ u}$	1,6726231 1,0072764660	0,59 0,005
Poměr hmotností protonu a elektronu	m_p/m_e	1840	1836,152701	0,020
Měrný náboj elektronu	e/m_e	$1,76 \cdot 10^{11} \text{ C} \cdot \text{kg}^{-1}$	1,75881961	0,30
Hmotnost neutronu ^c	m_n	$1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ $1,0087 \text{ u}$	1,6749286 1,0086649235	0,59 0,0023
Hmotnost atomu vodíku ^c	$m_{1\text{H}}$	$1,0078 \text{ u}$	1,0078250316	0,0005
Hmotnost atomu deuteria ^c	$m_{2\text{H}}$	$2,0141 \text{ u}$	2,0141017779	0,0005
Hmotnost atomu helia ^c	$m_{4\text{He}}$	$4,0026 \text{ u}$	4,0026032	0,067
Hmotnost mionu	m_μ	$1,88 \cdot 10^{-28} \text{ kg}$	1,8835326	0,61
Magnetický moment elektronu	μ_e	$9,28 \cdot 10^{-24} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$	9,2847701	0,34
Magnetický moment protonu	μ_p	$1,41 \cdot 10^{-26} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$	1,41060761	0,34
Bohrův magneton	μ_B	$9,27 \cdot 10^{-24} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$	9,2740154	0,34
Jaderný magneton	μ_N	$5,05 \cdot 10^{-27} \text{ J} \cdot \text{T}^{-1}$	5,0507866	0,34
Bohrův poloměr	r_B	$5,29 \cdot 10^{-11} \text{ m}$	5,29177249	0,045
Rydbergova konstanta	R	$1,10 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$	1,0973731534	0,0012
Comptonova vlnová délka elektronu	λ_C	$2,43 \cdot 10^{-12} \text{ m}$	2,42631058	0,089

^a K hodnotám v tomto sloupci je nutno přiřadit stejnou jednotku a mocninu desítky jako u přibližné hodnoty.

^b V miliontinách.

^c Hmotnosti zapsané v u jsou v atomových hmotnostních jednotkách, kde $1 \text{ u} = 1,6605402 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

^d STP znamená standardní teplotu a tlak: 0°C a $1,0 \text{ atm}$ ($0,1 \text{ MPa}$).

^e V ČR je dosud dosti rozšířena starší značka κ .

* Hodnoty v této tabulce byly vybrány ze *Symbols, Units and Nomenclature in Physics* (IUPAP), který sestavili E. Richard Cohen a Pierre Giacomo, 1986.

Dodatek C

Některá astronomická data

NĚKTERÉ VZDÁLENOSTI OD ZEMĚ

k Měsíci (průměrná vzdálenost)	$3,82 \cdot 10^8$ m
ke Slunci (průměrná vzdálenost)	$1,50 \cdot 10^{11}$ m
k nejbližší hvězdě (Proxima Centauri)	$4,04 \cdot 10^{16}$ m
k centru naší Galaxie	$2,2 \cdot 10^{20}$ m
ke galaxii v Andromedě	$2,1 \cdot 10^{22}$ m
k okraji pozorovatelného vesmíru	$\sim 10^{26}$ m

SLUNCE, ZEMĚ A MĚSÍC

VLASTNOST	JEDNOTKA	SLUNCE	ZEMĚ	MĚSÍC
Hmotnost	kg	$1,99 \cdot 10^{30}$	$5,98 \cdot 10^{24}$	$7,36 \cdot 10^{22}$
Střední poloměr	m	$6,96 \cdot 10^8$	$6,37 \cdot 10^6$	$1,74 \cdot 10^6$
Střední hustota	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	1410	5520	3340
Tíhové zrychlení na povrchu	$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	274	9,81	1,67
Úniková rychlost	$\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$	618	11,2	2,38
Doba rotace ^a	—	37 d na pólech ^b 26 d na rovníku ^b	23 h 56 min	27,3 d
Zářivý výkon ^c	W	$3,90 \cdot 10^{26}$		

^a Měřeno vzhledem ke vzdáleným hvězdám.

^b Slunce, plynná koule, nerotuje jako tuhé těleso.

^c Výkon sluneční energie dopadající kolmo na povrch Země, měřeno vně zemské atmosféry, je $1340 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

NĚKTERÉ CHARAKTERISTIKY PLANET

	MERKUR	VENUŠE	ZEMĚ	MARS	JUPITER	SATURN	URAN	NEPTUN	PLUTO
Střední vzdálenost od Slunce (10^6 km)	57,9	108	150	228	778	1430	2870	4500	5900
Doba oběhu (y)	0,241	0,615	1,00	1,88	11,9	29,5	84,0	165	248
Doba ^a rotace (d)	58,7	-243 ^b	0,997	1,03	0,409	0,426	-0,451 ^b	0,658	6,39
Orbitální rychlost ($\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$)	47,9	35,0	29,8	24,1	13,1	9,64	6,81	5,43	4,74
Sklon osy k rovině oběhu	< 28°	≈ 3°	23,4°	25,0°	3,08°	26,7°	97,9°	29,6°	57,5°
Sklon orbity k ekliptice	7,00°	3,39°	0°	1,85°	1,30°	2,49°	0,77°	1,77°	17,2°
Excentricita trajektorie	0,206	0,0068	0,0167	0,0934	0,0485	0,0556	0,0472	0,0086	0,250
Rovníkový průměr (km)	4880	12100	12800	6790	143000	120000	51800	49500	2300
Hmotnost (Země = 1)	0,0558	0,815	1,000	0,107	318	95,1	14,5	17,2	0,002
Hustota (voda = 1)	5,60	5,20	5,52	3,95	1,31	0,704	1,21	1,67	2,03
Tíhové zrychlení ^c na povrchu ($\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$)	3,78	8,60	9,78	3,72	22,9	9,05	7,77	11,0	0,5
Úniková rychlost ^c (km/s)	4,3	10,3	11,2	5,0	59,5	35,6	21,2	23,6	1,1
Známé satelity a prstence	0	0	1	2	16+ p	18+ pp	15+ pp	8+ pp	1

^a Měřeno vzhledem ke vzdáleným hvězdám.

^b Venuše a Uran rotují retrográdně (tj. v opačném smyslu, než v jakém obíhají kolem Slunce).

^c Měřeno na rovníku.

Dodatek **D**

Převodní koeficienty mezi jednotkami

Převodní koeficienty odečítáme přímo z jednotlivých tabulek. Např. 1 stupeň (1°) = $2,778 \cdot 10^{-3}$ otáček, takže hodnotu $16,7^\circ$ převedeme úpravou: $16,7^\circ = 16,7 \cdot 2,778 \cdot 10^{-3}$ ot = $4,64 \cdot 10^{-2}$ ot.

PLOŠNÝ ÚHEL

	°	'	"	rad	ot
°	1	60	3 600	$1,745 \cdot 10^{-2}$	$2,778 \cdot 10^{-3}$
'	$1,667 \cdot 10^{-2}$	1	60	$2,909 \cdot 10^{-4}$	$4,630 \cdot 10^{-5}$
"	$2,778 \cdot 10^{-4}$	$1,667 \cdot 10^{-2}$	1	$4,848 \cdot 10^{-6}$	$7,716 \cdot 10^{-7}$
rad	57,30	3 438	$2,063 \cdot 10^5$	1	0,159 2
ot	360	$2,16 \cdot 10^4$	$1,296 \cdot 10^6$	6,283	1

Zápis jednotek: 1 stupeň 1° ; 2 minuty $2'$; 3 vteřiny $3''$. Otáčka není jednotka SI, ale často se užívá; zde ji zkracujeme na ot.

PROSTOROVÝ ÚHEL

plný prostorový úhel = 4π steradiánu \doteq 12,57 steradiánu

DÉLKA

	cm	m	km	in	ft	mi
m	100	1	$1 \cdot 10^{-3}$	39,37	3,281	$6,214 \cdot 10^{-4}$
in	2,540	$2,540 \cdot 10^{-2}$	$2,540 \cdot 10^{-5}$	1	$8,333 \cdot 10^{-2}$	$1,578 \cdot 10^{-5}$
ft	30,48	0,304 8	$3,048 \cdot 10^{-4}$	12	1	$1,894 \cdot 10^{-4}$
mi	$1,609 \cdot 10^5$	1 609	1,609	$6,336 \cdot 10^4$	5 280	1

1 Angström (1 \AA) = $1 \cdot 10^{-10}$ m 1 fermi (1 fm) = $1 \cdot 10^{-15}$ m 1 fathom = 6 ft 1 rod = 16,5 ft
 1 nautical mile = 1 852 m přesně 1 light-year (1 ly) = $9,460 \cdot 10^{12}$ km 1 Bohrův poloměr = $5,292 \cdot 10^{-11}$ m 1 mil = $1 \cdot 10^{-3}$ in
 1 parsec (1 pc) = $3,084 \cdot 10^{13}$ km 1 yard (yd) = 3 ft

Výklad zkratek: in = inch (palec, coul); ft = foot (stopa); mi = mile (míle); nautical mile (námořní míle); rod = rod (tyč);
 ly = light-year (světelný rok)

PLOCHA

	m ²	cm ²	ft ²	in ²
m ²	1	$1 \cdot 10^4$	10,76	1 550
cm ²	$1 \cdot 10^{-4}$	1	$1,076 \cdot 10^{-3}$	0,155 0
ft ²	$9,290 \cdot 10^{-2}$	929,0	1	144
in ²	$6,452 \cdot 10^{-4}$	6,452	$6,944 \cdot 10^{-3}$	1

1 square mile = $2,788 \cdot 10^7$ ft² = 640 akr 1 hektar = $1 \cdot 10^4$ m² = 2,471 akr
 1 barn = $1 \cdot 10^{-28}$ m² 1 ar = $1 \cdot 10^2$ m²
 1 akr = 43 560 ft²

OBJEM

	m ³	cm ³	l	ft ³	in ³
m ³	1	1·10 ⁶	1·10 ³	35,31	6,102·10 ⁴
cm ³	1·10 ⁻⁶	1	1,000·10 ⁻³	3,531·10 ⁻⁵	6,102·10 ⁻²
l	1,000·10 ⁻³	1·10 ³	1	3,531·10 ⁻²	61,02
ft ³	2,832·10 ⁻²	2,832·10 ⁴	28,32	1	1 728
in ³	1,639·10 ⁻⁵	16,39	1,639·10 ⁻²	5,787·10 ⁻⁴	1

1 U.S. fluid gallon = 4 U.S. fluid quarts = 8 U.S. pints = 128 U.S. fluid ounces = 231 in³,

1 British imperial gallon = 277,4 in³ = 1,201 U.S. fluid gallons

HMOTNOST

Jednotka ve zbarvené oblasti je jednotkou síly, ale používá se někdy i pro hmotnost. Píšeme-li tedy např. „1 kg = 2,205 lb“, znamená to, že kilogram je *hmotnost tělesa vážícího* 2,205 liber v místě, kde má tíhové zrychlení standardní hodnotu 9,806 65 m·s⁻².

	g	kg	u	oz	lb
kg	1 000	1	6,022·10 ²⁶	35,27	2,205
u	1,661·10 ⁻²⁴	1,661·10 ⁻²⁷	1	5,857·10 ⁻²⁶	3,662·10 ⁻²⁷
oz	28,35	2,835·10 ⁻²	1,718·10 ²⁵	1	6,250·10 ⁻²
lb	453,6	0,453 6	2,732·10 ²⁶	16	1

Výklad zkratk: u = unit (atomová hmotnostní jednotka), oz = ounce (unce), lb = pound (libra)

HUSTOTA

Hodnoty ve zbarvených oblastech jsou hustoty síly (váhy) a jejich rozměr se liší od ostatních. Vysvětlení jako u tabulky hmotností.

	kg·m ⁻³	g·cm ⁻³	lb·ft ⁻³	lb·in ⁻³
kg·m ⁻³	1	0,001	6,243·10 ⁻²	3,613·10 ⁻⁵
g·cm ⁻³	1 000	1	62,43	3,613·10 ⁻²
lb·ft ⁻³	16,02	1,602·10 ⁻²	1	5,787·10 ⁻⁴
lb·in ⁻³	2,768·10 ⁴	27,68	1 728	1

ČAS

	y	d	h	min	s
y	1	365,25	8,766·10 ³	5,259·10 ⁵	3,156·10 ⁷
d	2,738·10 ⁻³	1	24	1 440	8,640·10 ⁴
h	1,141·10 ⁻⁴	4,167·10 ⁻²	1	60	3 600
min	1,901·10 ⁻⁶	6,944·10 ⁻⁴	1,667·10 ⁻²	1	60
s	3,169·10 ⁻⁸	1,157·10 ⁻⁵	2,778·10 ⁻⁴	1,667·10 ⁻²	1

Výklad zkratk: y = year (rok), d = day (den), h = hour (hodina), min = minute (minuta), s = second (sekunda; dříve se užíval i název vteřina, ale ten je nyní rezervován jen pro úhel)

RYCHLOST

	ft·s ⁻¹	km·h ⁻¹	m·s ⁻¹	mi·h ⁻¹	cm·s ⁻¹
ft·s ⁻¹	1	1,097	0,304 8	0,681 8	30,48
km·h ⁻¹	0,911 3	1	0,277 8	0,621 4	27,78
m·s ⁻¹	3,281	3,6	1	2,237	100
mi·h ⁻¹	1,467	1,609	0,447 0	1	44,70
cm·s ⁻¹	3,281·10 ⁻²	3,6·10 ⁻²	0,01	2,237·10 ⁻²	1

1 knot (uzel) = 1 nautical mile per hour = 1,688 ft·s⁻¹

SÍLA

Jednotka síly ve zbarvené oblasti se u nás nyní neuzívá: 1 gram síly (gram-force) je tíhová síla působící na těleso o hmotnosti 1 gram v místě, kde má tíhové zrychlení standardní hodnotu 9,806 65 m·s⁻². Dříve se nazýval 1 pond.

	dyn	N	lb	pdl	gf
dyn	1	1·10 ⁻⁵	2,248·10 ⁻⁶	7,233·10 ⁻⁵	1,020·10 ⁻³
N	1·10 ⁵	1	0,224 8	7,233	102,0
lb	4,448·10 ⁵	4,448	1	32,17	453,6
pdl	1,383·10 ⁴	0,138 3	3,108·10 ⁻²	1	14,10
gf	980,7	9,807·10 ⁻³	2,205·10 ⁻³	7,093·10 ⁻²	1

Výklad zkratk: lb = pound, pdl = poundal

TLAK

	atm	dyn·cm ⁻²	inch of water	mm Hg	Pa	lb·in ⁻²	lb·ft ⁻²
atm	1	1,013·10 ⁶	406,8	760	1,013·10 ⁵	14,70	2 116
dyn·cm ⁻²	9,869·10 ⁻⁷	1	4,015·10 ⁻⁴	7,501·10 ⁻⁴	0,1	1,405·10 ⁻⁵	2,089·10 ⁻³
inch of water ^{a,b}	2,458·10 ⁻³	2 491	1	1,868	249,1	3,613·10 ⁻²	5,202
mm Hg ^{a,c}	1,316·10 ⁻³	1,333·10 ³	0,535 3	1	133,3	1,934·10 ⁻²	2,785
Pa	9,689·10 ⁻⁶	10	4,015·10 ⁻³	7,501·10 ⁻³	1	1,450·10 ⁻⁴	2,089·10 ⁻²
lb·in ⁻²	6,805·10 ⁻²	6,895·10 ⁴	27,68	51,71	6,895·10 ³	1	144
lb·ft ⁻²	4,725·10 ⁻⁴	478,8	0,192 2	0,359 1	47,88	6,944·10 ⁻³	1

^a Při normálním tíhovém zrychlení $g = 9,80665 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

^b Při teplotě 4 °C.

^c Při teplotě 0 °C.

1 bar = 1·10⁶ dyn·cm⁻² = 0,1 MPa, 1 milibar = 1·10³ dyn·cm⁻² = 1·10² Pa, 1 torr = 1 mm Hg

Překlad: inch of water = palec vody

ENERGIE, PRÁCE, TEPLA

Jednotky ve zbarvených oblastech jsou jednotkami hmotnosti a nikoli energie, nicméně je vhodné je zde uvést. Převod je založen na relativistické ekvivalenci hmoty a energie vyjádřené vztahem $E = mc^2$.

	Btu	erg	ft·lb	hp·h	J	cal	kW·h	eV	kg	u
Btu	1	$1,055 \cdot 10^{10}$	777,9	$3,929 \cdot 10^{-4}$	1 055	252,0	$2,930 \cdot 10^{-4}$	$6,585 \cdot 10^{21}$	$1,174 \cdot 10^{-14}$	$7,070 \cdot 10^{12}$
erg	$9,481 \cdot 10^{-11}$	1	$7,376 \cdot 10^{-8}$	$3,725 \cdot 10^{-14}$	10^{-7}	$2,389 \cdot 10^{-8}$	$2,778 \cdot 10^{-14}$	$6,242 \cdot 10^{11}$	$1,113 \cdot 10^{-24}$	670,2
ft·lb	$1,285 \cdot 10^{-3}$	$1,356 \cdot 10^7$	1	$5,051 \cdot 10^{-7}$	1,356	0,323 8	$3,766 \cdot 10^{-7}$	$8,464 \cdot 10^{18}$	$1,509 \cdot 10^{-17}$	$9,037 \cdot 10^9$
hp·h	2 545	$2,685 \cdot 10^{13}$	$1,980 \cdot 10^6$	1	$2,685 \cdot 10^6$	$6,413 \cdot 10^5$	0,745 7	$1,676 \cdot 10^{25}$	$2,988 \cdot 10^{-11}$	$1,799 \cdot 10^{16}$
J	$9,481 \cdot 10^{-4}$	10^7	0,737 6	$3,725 \cdot 10^{-7}$	1	0,238 9	$2,778 \cdot 10^{-7}$	$6,242 \cdot 10^{18}$	$1,113 \cdot 10^{-17}$	$6,702 \cdot 10^9$
cal	$3,969 \cdot 10^{-3}$	$4,186 \cdot 10^7$	3,088	$1,560 \cdot 10^{-6}$	4,186	1	$1,163 \cdot 10^{-6}$	$2,613 \cdot 10^{19}$	$4,660 \cdot 10^{-17}$	$2,806 \cdot 10^{10}$
kW·h	3 413	$3,600 \cdot 10^{13}$	$2,655 \cdot 10^6$	1,341	$3,600 \cdot 10^6$	$8,600 \cdot 10^5$	1	$2,247 \cdot 10^{25}$	$4,007 \cdot 10^{-11}$	$2,413 \cdot 10^{16}$
eV	$1,519 \cdot 10^{-22}$	$1,602 \cdot 10^{-12}$	$1,182 \cdot 10^{-19}$	$5,967 \cdot 10^{-26}$	$1,602 \cdot 10^{-19}$	$3,827 \cdot 10^{-20}$	$4,450 \cdot 10^{-26}$	1	$1,783 \cdot 10^{-36}$	$1,074 \cdot 10^{-9}$
kg	$8,521 \cdot 10^{13}$	$8,987 \cdot 10^{23}$	$6,629 \cdot 10^{16}$	$3,348 \cdot 10^{10}$	$8,987 \cdot 10^{16}$	$2,146 \cdot 10^{16}$	$2,497 \cdot 10^{10}$	$5,610 \cdot 10^{35}$	1	$6,022 \cdot 10^{26}$
u	$1,415 \cdot 10^{-13}$	$1,492 \cdot 10^{-3}$	$1,101 \cdot 10^{-10}$	$5,559 \cdot 10^{-17}$	$1,492 \cdot 10^{-10}$	$3,564 \cdot 10^{-11}$	$4,146 \cdot 10^{-17}$	$9,320 \cdot 10^8$	$1,661 \cdot 10^{-27}$	1

Výklad zkratk: Btu = British thermal unit, hp·h = horse-power-hour, J = joule, cal = kalorie, kW·h = kilowatthodina, eV = elektronvolt, u = atomová hmotnostní jednotka $\doteq 1,661 \cdot 10^{-27}$ kg

VÝKON

	Btu·h ⁻¹	ft·lb·s ⁻¹	hp	cal·s ⁻¹	W
1 Btu·h ⁻¹	1	0,216 1	$3,929 \cdot 10^{-4}$	$6,998 \cdot 10^{-2}$	0,293 0
1 ft·lb·s ⁻¹	4,628	1	$1,818 \cdot 10^{-3}$	0,323 9	1,356
1 hp	2 545	550	1	178,1	745,7
1 cal·s ⁻¹	14,29	3,088	$5,615 \cdot 10^{-3}$	1	4,186
1 W	3,413	0,737 6	$1,341 \cdot 10^{-3}$	0,238 9	1

Výklad zkratk: Btu·h⁻¹ = British thermal unit per hour, ft·lb·s⁻¹ = foot-pound per second, hp = horse-power (koňská síla), cal·s⁻¹ = kalorie za sekundu, W = watt

MAGNETICKÉ POLE

	G	T
G	1	$1 \cdot 10^{-4}$
T	$1 \cdot 10^4$	1

$$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb} \cdot \text{m}^{-2}$$

Výklad zkratk: G = gauss, T = tesla, M = maxwell, Wb = weber

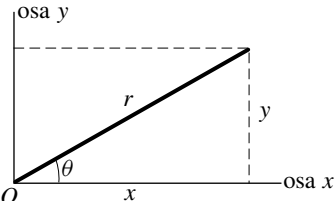
MAGNETICKÝ TOK

	M	Wb
M	1	$1 \cdot 10^{-8}$
Wb	$1 \cdot 10^8$	1

Dodatek **E**

Matematické vzorce

GONIOMETRICKÉ FUNKCE

$$\begin{aligned} \sin \theta &= \frac{y}{r} \\ \cos \theta &= \frac{x}{r} \\ \operatorname{tg} \theta &= \frac{y}{x} \\ \operatorname{cotg} \theta &= \frac{x}{y} \end{aligned}$$


Inverzní funkce

Je-li $0 \leq \theta \leq \pi$ a $y = \cos \theta$, pak $\arccos y = \theta$.

Je-li $-\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ a $y = \sin \theta$, pak $\arcsin y = \theta$.

Je-li $-\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$ a $y = \operatorname{tg} \theta$, pak $\operatorname{arctg} y = \theta$.

Vztahy

$$\begin{aligned} \sin \theta &= \sin(360^\circ + \theta) = \sin(180^\circ - \theta) = \\ &= -\sin(-\theta) = -\sin(180^\circ + \theta) = \\ &= \cos(90^\circ - \theta) = -\cos(90^\circ + \theta) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \cos(360^\circ + \theta) = \cos(-\theta) = \\ &= -\cos(180^\circ - \theta) = -\cos(180^\circ + \theta) = \\ &= \sin(90^\circ - \theta) = -\sin(90^\circ + \theta) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \theta &= \operatorname{tg}(180^\circ + \theta) = -\operatorname{tg}(-\theta) \\ \operatorname{cotg} \theta &= \operatorname{cotg}(180^\circ + \theta) = -\operatorname{cotg}(-\theta) \end{aligned}$$

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$$

$$\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$$

$$\cos 2\theta = \cos^2 \theta - \sin^2 \theta = 2 \cos^2 \theta - 1 = 1 - 2 \sin^2 \theta$$

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta$$

$$\operatorname{tg}(\alpha \pm \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta}{1 \mp \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}$$

$$\sin \alpha \pm \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha \pm \beta}{2} \cos \frac{\alpha \mp \beta}{2}$$

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

D10

BINOMICKÁ VĚTA

Výraz $(1+x)^n$ lze rozvinout v řadu

$$1 + \frac{n}{1}x + \frac{n \cdot (n-1)}{1 \cdot 2}x^2 + \frac{n \cdot (n-1) \cdot (n-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3}x^3 + \dots$$

Pro přirozené n má řada jen $n+1$ sčítanců a vzorec platí pro libovolné x .

Pro ostatní n je tato řada nekonečná a vzorec platí jen pro $|x| < 1$.

Ověřte si, že pro $x = \alpha$ a $n = \frac{1}{2}$, resp. $x = -\beta^2$ a $n = -\frac{1}{2}$ dostaneme:

$$\begin{aligned} \sqrt{1+\alpha} &= 1 + \frac{1}{2}\alpha - \frac{1}{8}\alpha^2 + \frac{1}{16}\alpha^3 + \dots, \\ \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} &= 1 + \frac{1}{2}\beta^2 + \frac{3}{8}\beta^4 + \frac{5}{16}\beta^6 + \dots \end{aligned}$$

ROZVOJE NĚKTERÝCH FUNKCÍ

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots \quad (\text{všechna } x)$$

$$\cosh x = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x}) = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \dots \quad (\text{všechna } x)$$

$$\sinh x = \frac{1}{2}(e^x - e^{-x}) = x + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \dots \quad (\text{všechna } x)$$

$$\ln(1 \pm x) = \pm x - \frac{1}{2}x^2 \pm \frac{1}{3}x^3 + \dots \quad (|x| < 1)$$

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots \quad (\text{všechna } x)$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots \quad (\text{všechna } x)$$

$$\operatorname{tg} x = x + \frac{x^3}{3} + \frac{2x^5}{15} + \dots \quad (|x| < \pi/2)$$

KOMPLEXNÍ ČÍSLA

Každá lineární rovnice $ax + b = c$ pro $a \neq 0$ s reálnými koeficienty a, b, c má reálné řešení x . Toto však neplatí pro kvadratické rovnice: rovnice $x^2 = -1$ nemá řešení x mezi reálnými čísly. Zavádíme proto komplexní jednotku „ i “ (elektrotechnici raději užívají symbol „ j “) takovou, že $i^2 = -1$. Komplexní číslo z pak lze psát jako $z = x + iy$ (s reálnou částí $x = \operatorname{Re} z$ a imaginární částí $y = \operatorname{Im} z$) a pracujeme s ním jako s obvyklým dvojčlenem. Lze dokázat, že každá rovnice libovolného stupně s komplexními koeficienty pak má (komplexní) řešení. Komplexní čísla s výhodou zobrazujeme jako body v rovině (komplexní, Gaussově). Každé komplexní číslo můžeme zapsat kterýmkoliv z těchto tvarů:

$$z = x + iy = re^{i\varphi} = r(\cos \varphi + i \sin \varphi).$$

Velikost $|z|$ (absolutní hodnota) komplexního čísla je rovna r . Převodní vztahy jsou zřejmé z geometrie:

$$\begin{aligned} x &= r \cos \varphi, & y &= r \sin \varphi \\ r &= \sqrt{x^2 + y^2}, & \operatorname{tg} \varphi &= y/x. \end{aligned}$$

K číslu z zavádíme číslo komplexně sdružené z^* vztahem

$$z^* = x - iy = re^{-i\varphi} = r(\cos \varphi - i \sin \varphi).$$

Často jsou užitečné vztahy

$$\begin{aligned} z + z^* &= 2x, \\ z - z^* &= i \cdot 2y, \\ zz^* &= |z|^2 = r^2. \end{aligned}$$

Hodnotu funkce s komplexním argumentem získáme např. dosazením dvojčlenu $x + iy$ do jejího rozvoje. Ověřte si sami, že platí

$$\begin{aligned} i^0 &= 1; & i^1 &= i; & i^2 &= -1; & i^3 &= -i; & i^4 &= 1; \\ i^{4k+m} &= i^m, & k, m & \text{přirozená čísla, } m < 4; \\ e^{i\pi} &= -1; & e^{2i\pi} &= 1; \\ \sqrt{i} &= \frac{\sqrt{2}}{2}(1 + i); \\ e^{i\varphi} &= \cos \varphi + i \sin \varphi. \end{aligned}$$

Přirozený logaritmus \ln (o základě e , nikoli 10) komplexního čísla je rovněž komplexní číslo. Pro libovolné komplexní číslo $z = re^{i\varphi}$ a pro libovolné přirozené číslo k platí

$$\ln z = \ln r + i(\varphi + 2k\pi).$$

Ověřte si, že $i^i = e^{-\pi/2} \doteq 0,208$.

VEKTORY

Označme $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ jednotkové vektory ve směrech os x, y a z . Pak platí

$$\begin{aligned} \mathbf{i} \cdot \mathbf{i} &= \mathbf{j} \cdot \mathbf{j} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{k} = 1, \\ \mathbf{i} \cdot \mathbf{j} &= \mathbf{j} \cdot \mathbf{k} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{i} = 0, \\ \mathbf{i} \times \mathbf{i} &= \mathbf{j} \times \mathbf{j} = \mathbf{k} \times \mathbf{k} = 0, \\ \mathbf{i} \times \mathbf{j} &= \mathbf{k}, & \mathbf{j} \times \mathbf{k} &= \mathbf{i}, & \mathbf{k} \times \mathbf{i} &= \mathbf{j}. \end{aligned}$$

Pro vektor \mathbf{a} o složkách a_x, a_y a a_z platí

$$\begin{aligned} \mathbf{a} &= a_x \mathbf{i} + a_y \mathbf{j} + a_z \mathbf{k}, \\ a_x &= \mathbf{a} \cdot \mathbf{i}; & a_y &= \mathbf{a} \cdot \mathbf{j}; & a_z &= \mathbf{a} \cdot \mathbf{k}. \end{aligned}$$

Nechť θ je menší z úhlů sevřených vektory \mathbf{a} a \mathbf{b} . Potom platí

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{b} = \mathbf{b} \cdot \mathbf{a} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z = ab \cos \theta,$$

$$\begin{aligned} \mathbf{a} \times \mathbf{b} &= -\mathbf{b} \times \mathbf{a} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix} = \\ &= \mathbf{i} \begin{vmatrix} a_y & a_z \\ b_y & b_z \end{vmatrix} - \mathbf{j} \begin{vmatrix} a_x & a_z \\ b_x & b_z \end{vmatrix} + \mathbf{k} \begin{vmatrix} a_x & a_y \\ b_x & b_y \end{vmatrix} = \\ &= (a_y b_z - b_y a_z) \mathbf{i} + (a_z b_x - b_z a_x) \mathbf{j} + (a_x b_y - b_x a_y) \mathbf{k}, \\ |\mathbf{a} \times \mathbf{b}| &= ab \sin \theta. \end{aligned}$$

Pro vektory $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$ a skalár s platí:

$$\begin{aligned} \mathbf{a} \cdot (\mathbf{b} + \mathbf{c}) &= (\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) + (\mathbf{a} \cdot \mathbf{c}), \\ \mathbf{a} \times (\mathbf{b} + \mathbf{c}) &= (\mathbf{a} \times \mathbf{b}) + (\mathbf{a} \times \mathbf{c}), \\ (s\mathbf{a}) \cdot \mathbf{b} &= \mathbf{a} \cdot (s\mathbf{b}) = s(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) = s(\mathbf{b} \cdot \mathbf{a}), \\ (s\mathbf{a}) \times \mathbf{b} &= \mathbf{a} \times (s\mathbf{b}) = s(\mathbf{a} \times \mathbf{b}) = -s(\mathbf{b} \times \mathbf{a}), \\ \mathbf{a} \cdot (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) &= \mathbf{b} \cdot (\mathbf{c} \times \mathbf{a}) = \mathbf{c} \cdot (\mathbf{a} \times \mathbf{b}), \\ \mathbf{a} \times (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) &= (\mathbf{a} \cdot \mathbf{c})\mathbf{b} - (\mathbf{a} \cdot \mathbf{b})\mathbf{c}. \end{aligned}$$

Známe-li skalární i vektorový součin neznámého vektoru \mathbf{v} se známým nenulovým vektorem \mathbf{a} , můžeme vždy jednoznačně určit vektor \mathbf{v} : Jestliže $\mathbf{v} \cdot \mathbf{a} = \gamma$ a $\mathbf{v} \times \mathbf{a} = \mathbf{b}$, pak platí

$$\mathbf{v} = (\gamma \mathbf{a} + \mathbf{a} \times \mathbf{b})/a^2.$$

Řešení představuje rozklad vektoru \mathbf{v} na průmět rovnoběžný s \mathbf{a} a průmět kolmý k \mathbf{a} .

DERIVACE A INTEGRÁLY

Názorný význam derivace jako směrnice křivky a integrálu jako plochy pod grafem funkce je rozebrán v bodu 2.5 a 7.1.

V následujících vzorcích představují u , v funkce proměnné x ; w je funkcí y a y je funkcí t ; a , b a m jsou konstanty. Ke každému neurčitému integrálu můžeme přičíst libovolnou integrační konstantu. Derivace a primitivní funkce (tj. integrál jako funkce své horní meze) jsou navzájem „inverzní“ operace: derivace primitivní funkce dává zpět původní funkci.

„Gramatika“

$$\frac{d}{dx}(au \pm bv) = a \frac{d}{dx}u \pm b \frac{d}{dx}v$$

$$\frac{d}{dx}uv = \frac{du}{dx}v + u \frac{dv}{dx} \quad \text{derivace součinu}$$

$$\frac{d}{dt}w(y(t)) = \frac{dw}{dy} \frac{dy}{dt} \quad \text{derivace složené funkce}$$

$$\frac{dx}{du} = 1 / \frac{du}{dx} \quad \text{derivace inverzní funkce } x(u)$$

$$\frac{d}{dx} \int_a^x u(x') dx' = u(x); \quad \text{stručně se psává}$$

$$\frac{d}{dx} \int u(x) dx = u(x)$$

$$\int (au \pm bv) dx = a \int u dx \pm b \int v dx$$

$$\int u \frac{dv}{dx} dx = uv - \int \frac{du}{dx} v dx \quad \text{„per partes“}$$

$$\int w(y) \frac{dy}{dt} dt = \int W(t) dt \quad \text{substituce,}$$

kde W je složená funkce $W(t) = w(y(t))$.

„Slovník“

$$\frac{da}{dx} = 0$$

$$\frac{dx}{dx} = 1$$

$$\frac{d}{dx}x^m = mx^{m-1}$$

$$\frac{d}{dx} \ln x = \frac{1}{x}$$

$$\frac{d}{dx}e^x = e^x$$

$$\frac{d}{dx} \sin x = \cos x$$

$$\frac{d}{dx} \cos x = -\sin x$$

$$\frac{d}{dx} \operatorname{tg} x = \frac{1}{\cos^2 x}$$

$$\frac{d}{dx} \operatorname{cotg} x = -\frac{1}{\sin^2 x}$$

$$\frac{d}{dx}e^u = e^u \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \sin u = \cos u \frac{du}{dx}$$

$$\frac{d}{dx} \cos u = -\sin u \frac{du}{dx}$$

$$\int dx = x$$

$$\int x^m dx = \frac{x^{m+1}}{m+1} \quad (m \neq -1)$$

$$\int \frac{dx}{x} = \ln |x|$$

$$\int e^x dx = e^x$$

$$\int \sin x dx = -\cos x$$

$$\int \cos x dx = \sin x$$

$$\int \operatorname{tg} x dx = -\ln |\cos x|$$

$$\int \sin^2 x dx = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4} \sin 2x$$

$$\int e^{-ax} dx = -\frac{1}{a}e^{-ax}$$

$$\int xe^{-ax} dx = -\frac{1}{a^2}(ax + 1)e^{-ax}$$

$$\int x^2e^{-ax} dx = -\frac{1}{a^3}(a^2x^2 + 2ax + 1)e^{-ax}$$

$$\int_0^\infty x^n e^{-ax} dx = \frac{n!}{a^{n+1}}$$

$$\int_0^\infty x^{2n} e^{-ax^2} dx = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n-1)}{2^{n+1} a^n} \sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2 + a^2}} = \ln \left(x + \sqrt{x^2 + a^2} \right)$$

$$\int \frac{x dx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = -\frac{1}{(x^2 + a^2)^{1/2}}$$

$$\int \frac{dx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{x}{a^2(x^2 + a^2)^{1/2}}$$

Dodatek **F**

Vlastnosti prvků

Z protonové číslo; m_m molární hmotnost; ρ hustota; T_t teplota tání; T_v teplota varu; c_p měrná tepelná kapacita při stálém tlaku. Všechny fyzikální vlastnosti jsou za standardních podmínek, není-li uvedeno jinak.

PRVEK	ZNAČKA	Z	$\frac{m_m}{\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}$	$\frac{\rho}{\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}}$	$\frac{T_t}{^\circ\text{C}}$	$\frac{T_v}{^\circ\text{C}}$	$\frac{c_p}{\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}}$
Aktinium	Ac	89	(227)	10,06	1323	(3473)	0,092
Americium	Am	95	(243)	13,67	1541	—	—
Antimon	Sb	51	121,75	6,691	630,5	1380	0,205
Argon	Ar	18	39,948	$1,6626\cdot 10^{-3}$	-189,4	-185,8	0,523
Arsen	As	33	74,9216	5,78	817 (28 atm)	613	0,331
Astat	At	85	(210)	—	(302)	—	—
Baryum	Ba	56	137,34	3,594	729	1640	0,205
Berkelium	Bk	97	(247)	14,79	—	—	—
Beryllium	Be	4	9,0122	1,848	1287	2770	1,83
Bismut	Bi	83	208,980	9,747	271,37	1560	0,122
Bor	B	5	10,811	2,34	2030	—	1,11
Brom	Br	35	79,909	3,12 (kapalný)	-7,2	58	0,293
Cer	Ce	58	140,12	6,768	804	3470	0,188
Cesium	Cs	55	132,905	1,873	28,40	690	0,243
Cín	Sn	50	118,69	7,2984	231,868	2270	0,226
Curium	Cm	96	(247)	13,3	—	—	—
Draslík	K	19	39,102	0,862	63,20	760	0,758
Dusík	N	7	14,0067	$1,1649\cdot 10^{-3}$	-210	-195,8	1,03
Dysprosium	Dy	66	162,50	8,55	1409	2330	0,172
Einsteinium	Es	99	(254)	—	—	—	—
Erbium	Er	68	167,26	9,15	1522	2630	0,167
Europium	Eu	63	151,96	5,243	817	1490	0,163
Fermium	Fm	100	(237)	—	—	—	—
Fluor	F	9	18,9984	$1,696\cdot 10^{-3}$ (0°C)	-219,6	-188,2	0,753
Fosfor	P	15	30,9738	1,83	44,25	280	0,741
Francium	Fr	87	(223)	—	(27)	—	—
Gadolinium	Gd	64	157,25	7,90	1312	2730	0,234
Gallium	Ga	31	69,72	5,907	29,75	2237	0,377
Germanium	Ge	32	72,59	5,323	937,25	2830	0,322
Hafnium	Hf	72	178,49	13,31	2227	5400	0,144
Hahnium	Ha	105	—	—	—	—	—
Hassium	Hs	108	—	—	—	—	—
Helium	He	2	4,0026	$0,1664\cdot 10^{-3}$	-269,7	-268,9	5,23
Hliník	Al	13	26,9815	2,699	660	2450	0,900
Holmium	Ho	67	164,930	8,79	1470	2330	0,165
Hořčík	Mg	12	24,312	1,738	650	1107	1,03
Chlor	Cl	17	35,453	$3,214\cdot 10^{-3}$ (0°C)	-101	-34,7	0,486
Chrom	Cr	24	51,996	7,19	1857	2665	0,448
Indium	In	49	114,82	7,31	156,634	2000	0,233
Iridium	Ir	77	192,2	22,5	2447	(5300)	0,130
Jod	I	53	126,9044	4,93	113,7	183	0,218
Kadmium	Cd	48	112,401	8,65	321,03	765	0,226
Kalifornium	Cf	98	(251)	—	—	—	—
Kobalt	Co	27	58,9332	8,85	1495	2900	0,423

Pokračování na další straně

PRVEK	ZNAČKA	Z	$\frac{m_m}{\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}$	$\frac{\rho}{\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}}$	$\frac{T_t}{^\circ\text{C}}$	$\frac{T_v}{^\circ\text{C}}$	$\frac{c_p}{\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}}$
Kyslík	O	8	15,9994	$1,3318\cdot 10^{-3}$	-218,80	-183,0	0,913
Krypton	Kr	36	83,80	$3,488\cdot 10^{-3}$	-157,37	-152	0,247
Křemík	Si	14	28,086	2,33	1412	2680	0,712
Lanthan	La	57	138,91	6,189	920	3470	0,195
Lawrencium	Lr	103	(257)	—	—	—	—
Lithium	Li	23	6,939	0,534	180,55	1300	3,58
Lutecium	Lu	71	174,97	9,849	1663	1930	0,155
Mangan	Mn	25	54,9380	7,44	1244	2150	0,481
Meitnerium	Mt	109	—	—	—	—	—
Mendelevium	Md	101	(256)	—	—	—	—
Měď	Cu	29	63,54	8,96	1083,40	2595	0,385
Molybden	Mo	42	95,94	10,22	2617	5560	0,251
Neodym	Nd	60	144,24	7,007	1016	3180	0,188
Neon	Ne	10	20,183	$0,8387\cdot 10^{-3}$	-248,597	-246,0	1,03
Neptunium	Np	93	(237)	20,25	637	—	1,26
Nielsbohrium	Ns	107	—	—	—	—	—
Nikl	Ni	28	58,71	8,902	1453	2730	0,444
Niob	Nb	41	92,906	8,57	2468	4927	0,264
Nobelium	No	102	(255)	—	—	—	—
Olovo	Pb	82	207,19	11,35	327,45	1725	0,129
Osmium	Os	76	190,2	22,59	3027	5500	0,130
Palladium	Pd	46	106,4	12,02	1552	3980	0,243
Platina	Pt	78	195,05	21,45	1769	4530	0,134
Plutonium	Pu	94	(244)	19,8	640	3235	0,130
Polonium	Po	84	(210)	9,32	254	—	—
Praseodym	Pr	59	140,907	6,773	931	3020	0,197
Promethium	Pm	61	(145)	7,22	(1027)	—	—
Protaktinium	Pa	91	(231)	15,37 (odhad)	(1230)	—	—
Radium	Ra	88	(226)	5,0	700	—	—
Radon	Rn	85	(222)	$9,96\cdot 10^{-3}$ (0°C)	(-71)	-61,8	0,092
Rhenium	Re	75	186,2	21,02	3180	5900	0,134
Rhodium	Rh	45	102,905	12,41	1963	4500	0,243
Rtuť	Hg	80	200,59	13,55	-38,87	357	0,138
Rubidium	Rb	37	85,47	1,532	39,49	688	0,364
Ruthenium	Ru	44	101,107	12,37	2250	4900	0,239
Rutherfordium	Rf	104	—	—	—	—	—
Samarium	Sm	62	150,35	7,52	1072	1630	0,197
Seaborgium	Sg	106	—	—	—	—	—
Selen	Se	34	78,96	4,79	221	685	0,318
Síra	S	16	32,064	2,07	119,0	444,6	0,707
Skandium	Sc	21	44,956	2,99	1539	2730	0,569
Sodík	Na	11	22,9898	0,9712	97,85	892	1,23
Stroncium	Sr	38	87,62	2,54	768	1380	0,737
Stříbro	Ag	47	107,870	10,49	960,8	2210	0,234
Tantal	Ta	73	180,948	16,6	3014	5425	0,138
Thallium	Tl	81	204,37	11,85	304	1457	0,130
Thorium	Th	90	(232)	11,72	1755	(3850)	0,117
Thulium	Tm	69	168,934	9,32	1545	1720	0,159
Technecium	Tc	43	(99)	11,46	2200	—	0,209
Tellur	Te	52	127,60	6,24	449,5	990	0,201
Terbium	Tb	65	158,924	8,229	1357	2530	0,180
Titan	Ti	22	47,90	4,54	1670	3260	0,523
Uhlík	C	6	12,01115	2,26	3727	4830	0,691
Uran	U	92	(238)	18,95	1132	3818	0,117

Pokračování na další straně

PRVEK	ZNAČKA	Z	$\frac{m_m}{\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}}$	$\frac{\rho}{\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}}$	$\frac{T_t}{^\circ\text{C}}$	$\frac{T_v}{^\circ\text{C}}$	$\frac{c_p}{\text{J}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}}$
Vanad	V	23	50,942	6,11	1902	3400	0,490
Vápník	Ca	20	40,08	1,55	838	1440	0,624
Vodík	H	1	1,00797	$0,08375\cdot 10^{-3}$	-259,19	-252,7	14,4
Wolfram	W	74	183,85	19,3	3380	5930	0,134
Xenon	Xe	54	131,30	$5,495\cdot 10^{-3}$	-111,79	-108	0,159
Ytterbium	Yb	70	173,04	6,965	824	1530	0,155
Yttrium	Y	39	88,905	4,469	1526	3030	0,297
Zinek	Zn	30	65,37	7,133	419,58	906	0,389
Zirkon	Zr	40	91,22	6,506	1852	3580	0,276
Zlato	Au	79	196,967	19,32	1064,43	2970	0,131
Železo	Fe	26	55,847	7,874	1536,5	3000	0,447

Hodnoty v závorce ve sloupci molárních hmotností jsou hmotnostní čísla izotopu radioaktivního prvku s největším poločasem rozpadu. Teploty tání a varu v závorkách jsou nejisté.

Hodnoty pro plyny jsou platné jen pro jejich běžné molekulární stavy, jako např. H₂, He, O₂, Ne atd.

Zdroj: Upraveno podle Wehr, Richards, Adair, *Physics of Atom*, 4th ed., Addison-Wesley, Reading, MA, 1984, a podle J. Emsley, *The Elements*, 2nd ed., Clarendon Press, Oxford, 1991.

Dodatek **G**

Periodická soustava prvků

Nepřechodné prvky

1												Nepřechodné prvky						18								
1	1																	2	He							
2																										
2	3	4	Přechodné prvky (kovy)										5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3	11	12											13	14	15	16	17	18								
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36								
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54								
6	55	56	57–71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86								
7	87	88	89–103	104	105	106	107	108	109	110	111	112														

Nepřechodné prvky

Nepřechodné prvky

kovy
 polokovy (metaloidy)
 nekovy

Přechodné prvky (kovy)

Vnitřně přechodné prvky (kovy)

Lanthan a lanthanoidy *	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Aktinoidy †	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Periodická soustava se též nazývá **Mendělejevova tabulka** podle ruského přírodovědce D.I. Mendělejeva, který ji kolem r. 1869 sestavil (v poněkud jiné podobě).

Podle doporučení názvoslovné komise IUPAC se sloupce (zvané též skupiny) průběžně čísly od 1 do 18 (dřívější dělení na podskupiny A, B bylo různé v Evropě a v USA). Speciální skupinové názvy:

Prvky s-bloku: sloupce 1 a 2.

Prvky d-bloku, též přechodné prvky (kovy): ze 3. sloupce ^{21}Sc a ^{39}Y , dále celé sloupce 4–12.

Prvky f-bloku, též vnitřně přechodné prvky (kovy): lanthan ^{57}La , **lanthanoidy** ^{58}Ce až ^{71}Lu a **aktinoidy** ^{89}Ac až ^{103}Lr .

Prvky p-bloku: sloupce 13 až 18.

Další názvy sloupců: sloupec 1 (dříve I A) ^3Li až ^{87}Fr : **alkalické kovy**;

sloupec 2 (dříve II A) ^{20}Ca až ^{88}Ra , někdy i ^4Be a ^{12}Mg : **kovy alkalických zemin**;

sloupec 3 (dříve III B): **vzácné zeminy**;

sloupec 15 (dříve V A): **pniktidy**;

sloupec 16 (dříve VI A) ^{16}S až ^{84}Po , často i ^8O : **chalkogeny**;

sloupec 17 (dříve VII A): **halogeny**;

sloupec 18 (dříve 0): **vzácné** neboli **netečné plyny** (ačkoliv nejsou ani vzácné — argonu je ve vzduchu kolem 1 %, ani netečné — z novější doby známe sloučeniny xenoničelany, oxidy a fluoridy xenonu aj.).

Prvky následující za uranem (od ^{93}Np) se nazývají **transurany**. Prvky za ^{109}Mt zatím nemají dohodnutá jména. Možná se setkáte i s označením **triáda železa** (^{26}Fe , ^{27}Co , ^{28}Ni) a platinové kovy: lehké (^{44}Ru , ^{45}Rh , ^{46}Pd) a těžké (^{76}Os , ^{77}Ir , ^{78}Pt).

Dodatek **H**

Nositelé Nobelových cen za fyziku*

- 1901** Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923) za objev paprsků X (nyní zvaných rentgenové záření)
- 1902** Hendrik Antoon Lorentz (1853–1928) a Pieter Zeeman (1865–1943) za výzkum vlivu magnetismu na záření
- 1903** Antoine Henri Becquerel (1852–1908) za objev přirozené radioaktivity
Pierre Curie (1859–1906) a Marie Skłodowska-Curie (1867–1934) za společný výzkum záření objeveného Becquerelem
- 1904** Lord Rayleigh (John William Strutt) (1842–1919) za zkoumání hustoty nejdůležitějších plynů a za objev argonu
- 1905** Philipp Eduard Anton von Lenard (1862–1947) za výzkum katodových paprsků
- 1906** Joseph John Thomson (1856–1940) za teoretický a experimentální výzkum elektrické vodivosti plynů
- 1907** Albert Abraham Michelson (1852–1931) za přesné optické přístroje a za spektroskopické a metrologické výzkumy, které s jejich pomocí provedl
- 1908** Gabriel Lippmann (1845–1921) za objev metody barevné fotografie založené na interferenci světla
- 1909** Guglielmo Marconi (1874–1937) a Carl Ferdinand Braun (1850–1918) za příspěvky k rozvoji bezdrátové telegrafie
- 1910** Johannes Diderik van der Waals (1837–1932) za práci o stavové rovnici plynů a kapalin
- 1911** Wilhelm Wien (1864–1928) za objevy týkající se zákonů tepelného záření
- 1912** Nils Gustaf Dalén (1869–1937) za vynález acetylenového akumulátoru a automatického regulátoru osvětlení pro majáky a bóje
- 1913** Heike Kamerlingh-Onnes (1853–1926) za výzkum vlastností látek při nízkých teplotách, který mj. vedl ke zkvalitnění helia
- 1914** Max von Laue (1879–1960) za objev difrakce rentgenového záření na krystalech
- 1915** William Henry Bragg (1862–1942) a William Lawrence Bragg (1890–1971) za výzkum struktury krystalů pomocí rentgenového záření
- 1916** Nobelova cena nebyla udělena
- 1917** Charles Glover Barkla (1877–1944) za objev charakteristického rentgenového záření prvků
- 1918** Max Planck (1858–1947) za objev energiových kvant
- 1919** Johannes Stark (1874–1957) za objev Dopplerova jevu v kanálových paprscích (tvořených kladnými ionty zbytků plynu ve výbojové trubici) a rozštěpení spektrálních čar v elektrickém poli
- 1920** Charles-Édouard Guillaume (1861–1938) za objev anemálií niklových ocelí a jeho využití pro získání ideálního materiálu pro přesná mechanická měřidla (invar)
- 1921** Albert Einstein (1879–1955) za příspěvky k teoretické fyzice, zejména za formulaci zákona popisujícího fotoelektrický jev
- 1922** Niels Bohr (1885–1962) za výzkum struktury atomů a záření jimi vysílaného
- 1923** Robert Andrews Millikan (1868–1953) za práce o elementárním elektrickém náboji a o fotoelektrickém jevu
- 1924** Karl Manne Georg Siegbahn (1888–1978) za objevy a výzkum v oblasti rentgenové spektroskopie
- 1925** James Franck (1882–1964) a Gustav Hertz (1887–1975) za objev zákonů pro srážky elektronu s atomem
- 1926** Jean Baptiste Perrin (1870–1942) za práci o nespojitě strukturu hmoty a zejména za objev sedimentační rovnováhy
- 1927** Arthur Holly Compton (1892–1962) za objev jevu, který nyní nese jeho jméno
Charles Thomson Rees Wilson (1869–1959) za metodu zviditelnění dráhy elektricky nabitých částic pomocí kondenzace páry
- 1928** Owen Willans Richardson (1879–1959) za práci o termemisi a zvláště za formulaci zákona nyní pojmenovaného po něm
- 1929** Prince Louis Victor de Broglie (1892–1987) za objev vlnové povahy elektronů
- 1930** Sir Chandrasekhara Venkata Raman (1888–1970) za práci o rozptylu světla a za objev jevu nyní pojmenovaného po něm
- 1931** Nobelova cena nebyla udělena

* Biografie oceněných a jejich přednášky při přebírání ceny viz *Nobel Lectures, Physics*, 1901–1970, Elsevier Publishing Company; český seznam s fotografiemi je v Čs. čas. fyz., (4), 1995, po r. 1970 publikuje Čs. čas. fyz. též texty přednášek; srv. též www.nobel.se/physics.

- 1932** Werner Heisenberg (1901–1976) za formulaci kvantové mechaniky, jejíž použití vedlo mj. k objevu alotropních forem vodíku
- 1933** Erwin Schrödinger (1887–1961) a Paul Adrien Maurice Dirac (1902–1984) za nové formulace atomové teorie
- 1934** Nobelova cena nebyla udělena
- 1935** James Chadwick (1891–1974) za objev neutronu
- 1936** Victor Franz Hess (1883–1964) za objev kosmického záření
Carl David Anderson (1905–1991) za objev pozitronu
- 1937** Clinton Joseph Davison (1881–1958) a George Paget Thomson (1892–1975) za experimentální důkaz difrakce elektronů na krystalech
- 1938** Enrico Fermi (1901–1954) za prokázání nových radioaktivních prvků produkovaných ozářením neutrony a s tím spojený objev jaderných reakcí způsobených pomalými neutrony
- 1939** Ernest Orlando Lawrence (1901–1958) za vynález a zdokonalování cyklotronu a za výsledky pomocí něj získané, zejména za uměle vyrobené radioaktivní prvky
- 1943** Otto Stern (1888–1969) za příspěvek k vývoji metody molekulových paprsků a za objev magnetického momentu protonu
- 1944** Isidor Isaac Rabi (1898–1988) za rezonanční metodu za znamenávání magnetických vlastností atomových jader
- 1945** Wolfgang Pauli (1900–1958) za formulaci vylučovacího principu (zvaného též Pauliho princip)
- 1946** Percy Williams Bridgman (1882–1961) za sestavení aparatury k přípravě extrémně vysokých tlaků a za objevy v oblasti fyziky vysokých tlaků díky tomu učiněné
- 1947** Sir Edward Victor Appleton (1892–1965) za výzkum ve fyzice horních vrstev atmosféry, zejména za objev tzv. Appletonovy vrstvy
- 1948** Patrick Maynard Stuart Blackett (1897–1974) za zdokonalení Wilsonovy mlžné komory a s tím spojené objevy v jaderné fyzice a v kosmickém záření
- 1949** Hideki Yukawa (1907–1981) za předpověď existence mezonů na základě teoretického rozboru jaderných sil
- 1950** Cecil Frank Powell (1903–1969) za zdokonalení fotografické metody studia jaderných procesů a za touto metodou učiněné objevy týkající se mezonů
- 1951** Sir John Douglas Cockcroft (1897–1967) a Ernest Thomas Sinton Walton (1903–1995) za transmutaci atomových jader uměle urychlenými atomovými částicemi
- 1952** Felix Bloch (1905–1983) a Edward Mills Purcell (*1912) za příspěvky k rozvoji jaderné magnetické rezonance a za objevy s tímto spojené
- 1953** Frits Zernike (1888–1966) za demonstraci metody fázového kontrastu, a zejména za vynález mikroskopu založeného na fázovém kontrastu
- 1954** Max Born (1882–1970) za zásadní výzkum v kvantové mechanice, zejména za statistickou interpretaci vlnové funkce
Walther Bothe (1891–1957) za metodu koincidence a s ní související objevy
- 1955** Willis Eugene Lamb (*1913) za objevy týkající se jemné struktury spektra vodíku
Polykarp Kusch (1911–1993) za přesné určení magnetického momentu elektronu
- 1956** William Shockley (1910–1989), John Bardeen (1908 až 1991) a Walter Houser Brattain (1902–1987) za výzkum polovodičů a objev tranzistorového jevu
- 1957** Chen Ning Yang (*1922) a Tsung Dao Lee (*1926) za zkoumání zákonů parity, které vedlo k významným objevům týkajícím se elementárních částic
- 1958** Pavel Aleksejevič Čerenkov (1904–1990), Il'ja Michajlovič Frank (1908–1990) a Igor' Evgeněvič Tamm (1895 až 1971) za objev a interpretaci Čerenkovova jevu
- 1959** Emilio Gino Segrè (1905–1989) a Owen Chamberlain (*1920) za objev antiprotonu
- 1960** Donald Arthur Glaser (*1926) za vynález bublinové komory
- 1961** Robert Hofstadter (1915–1990) za průkopnická pozorování rozptylu elektronů na jádrech atomů a tím určené tvary a velikosti nukleonů
Rudolf Ludwig Mössbauer (*1929) za výzkum rezonanční absorpce γ -záření a s tím spojený objev jevu, jenž je po něm pojmenován
- 1962** Lev Davidovič Landau (1908–1968) za objevitelské teorie týkající se kondenzovaného stavu hmoty, a především kapalného helia
- 1963** Eugene P. Wigner (1902–1995) za příspěvek k teorii atomového jádra a elementárních částic, a to objevem a aplikací základních principů symetrie
Maria Goeppert Mayer (1906–1972) a J. Hans D. Jensen (1907–1973) za vypracování modelu slupkové struktury jádra
- 1964** Charles H. Townes (*1915), Nicolai G. Basov (*1922) a Alexander M. Prochorov (*1916) za základní práce v oblasti kvantové elektroniky, které vedly ke konstrukci maseru a laseru
- 1965** Sin-itiro Tomonaga (1906–1979), Julian Schwinger (1918 až 1994) a Richard P. Feynman (1918–1988) za zásadní práci v kvantové elektrodynamice, s dalekosáhlými důsledky ve fyzice elementárních částic
- 1966** Alfred Kastler (1902–1984) za objev a rozvíjení optických metod ke studiu Hertzovy rezonance v atomech
- 1967** Hans Albrecht Bethe (*1906) za příspěvek k teorii jaderných reakcí, zejména objevy týkající se produkce energie ve hvězdách

- 1968** Luis W. Alvarez (1911–1988) za rozhodující příspěvek k fyzice elementárních částic, především za objev velkého počtu rezonancí díky jím zdokonalené vodíkové bublinové komory a analýze z ní získaných dat
- 1969** Murray Gell-Mann (*1929) za příspěvky a objevy týkající se klasifikace elementárních částic a jejich interakcí
- 1970** Hannes Alfvén (1908–1995) za základní práci a objevy v magnetohydrodynamice s bohatým využitím v různých oblastech fyziky plazmatu
Louis Néel (*1904) za významnou práci a objevy týkající se antiferomagnetismu a feromagnetismu, které vedly k důležitým aplikacím ve fyzice pevných látek
- 1971** Dennis Gabor (1900–1979) za vynález a rozvoj holografie
- 1972** John Bardeen (1908–1991), Leon N. Cooper (*1930) a J. Robert Schrieffer (*1931) za společně vypracovanou teorii supravodivosti, běžně nazývanou BBS-teorii
- 1973** Leo Esaki (*1925) za objev tunelového jevu v polovodičích
Ivar Giaever (*1929) za objev tunelového jevu v supravodičích
Brian D. Josephson (*1940) za teoretickou předpověď vlastností supravodivého proudu tunelovou bariérou, speciálně těch jevů, které jsou nyní obecně známé jako Josephsonovy jevy
- 1974** Antony Hewish (*1924) za objev pulzarů
Sir Martin Ryle (1918–1984) za průkopnickou práci v radioastronomii
- 1975** Aage Bohr (*1922), Ben Mottelson (*1926) a James Rainwater (1917–1986) za objev vztahu mezi kolektivním pohybem a pohybem individuálních částic v atomových jádrech a za rozvoj teorie struktury jádra atomu na základě tohoto vztahu
- 1976** Burton Richter (*1931) a Samuel Chao Chung Ting (*1936) za objev těžkých elementárních částic nového druhu
- 1977** Phillip Warren Anderson (*1923), Nevill Francis Mott (1905–1996) a John Hasbrouck Van Vleck (1899–1980) za významný teoretický výzkum elektronové struktury magnetických a neuspořádaných systémů
- 1978** Pjotr L. Kapica (1894–1984) za základní objevy a vynálezy ve fyzice nízkých teplot
Arno A. Penzias (*1933) a Robert Woodrow Wilson (*1936) za objev reliktního mikrovlnného kosmického záření
- 1979** Sheldon Lee Glashow (*1932), Abdus Salam (1926–1996) a Steven Weinberg (*1933) za model sjednocující slabé a elektromagnetické interakce a předpověď existence neutrálních proudů
- 1980** James W. Cronin (*1931) a Val L. Fitch (*1923) za objev porušení základních principů symetrie při rozpadu kaonů
- 1981** Nicolaas Bloembergen (*1920) a Arthur Leonard Schawlow (*1921) za příspěvek k rozvoji laserové spektroskopie
Kai M. Siegbahn (*1918) za rozvoj laserové spektroskopie s vysokým rozlišením
- 1982** Kenneth Geddes Wilson (*1936) za teorii kritických jevů ve vztahu k fázovým změnám
- 1983** Subreghmanyan Chandrasekhar (1910–1995) za teoretické studium struktury a vývoje hvězd
William A. Fowler (1911–1995) za studium vzniku chemických prvků ve vesmíru
- 1984** Carlo Rubbia (*1934) a Simon van der Meer (*1925) za rozhodující příspěvky k velkému projektu, který vedl k objevu polních částic W a Z, zprostředkujících slabou interakci
- 1985** Klaus von Klitzing (*1943) za objev kvantového Hallova jevu
- 1986** Ernst Ruska (1906–1988) za vynález elektronového mikroskopu
Gerd Binnig (*1947) a Heinrich Rohrer (*1933) za vynález řádkovacího tunelového mikroskopu
- 1987** Karl Alex Müller (*1927) a J. George Bednorz (*1950) za průkopnický objev supravodivosti v keramických materiálech
- 1988** Leon M. Lederman (*1922), Melvin Schwartz (*1932) a Jack Steinberger (*1921) za první použití svazku neutronů a za objev mionového neutrina
- 1989** Norman Ramsey (*1915), Hans Dehmelt (*1922) a Wolfgang Paul (1913–1993) za práci, která vedla k rozvoji atomových hodin a přesného měření času
- 1990** Jerome I. Friedman (*1930), Henry W. Kendall (*1926) a Richard E. Taylor (*1929) za základní práce týkající se nepružného rozptylu elektronů na protonech a vázaných neutronech, které umožnily rozvoj kvarkového modelu v částicové fyzice
- 1991** Pierre de Gennes (*1932) za objev, že metody rozvinuté pro studium jiných jevů v jednoduchých systémech mohou být zobecněny na komplexnější formy hmoty, zejména na tekuté krystaly a polymery
- 1992** George Charpak (*1924) za vynález a vývoj detektorů částic, zejména vícedrátové proporcionální komory
- 1993** Joseph H. Taylor (*1941) a Russel A. Hulse (*1950) za objev nového typu pulzaru, objevu, který dává nové možnosti pro studium gravitace
- 1994** za rozvoj metod rozptylu neutronů pro studium kondenzovaných látek
Bertram N. Brockhouse (*1918) za rozvoj neutronové spektroskopie
Clifford G. Shull (*1915) za rozvoj neutronových difrakčních metod

- 1995** za průkopnické experimentální příspěvky k fyzice leptonů
Martin L. Perl (*1927) za objev leptonu τ (tauonu)
Frederick Reines (*1918) za detekci neutrina
- 1996** David M. Lee (*1931), Robert C. Richardson (*1937)
a Douglas D. Oscheroff (*1944) za objev supratekutosti
helia-3
- 1997** Steven Chu (*1948), Claude Cohen-Tannoudji (*1933)
a William D. Phillips (*1948) za vývoj metod pro ochla-
zení a záchyt atomů laserovým světlem
- 1998** Robert B. Laughlin (*1950), Horst L. Stormer (*1949)
a Daniel C. Tsui (*1939) za objev nové formy kvantové
tekutiny s excitacemi nesoucími zlomkový náboj
- 1999** Gerardus 't Hooft (*1946) a Martinus J.G. Veltman
(*1931) za objasnění kvantové struktury elektroslabých
interakcí
- 2000** za základní práce, které přispěly k informačním a komu-
nikačním technologiím
Žores I. Alferov (*1930), Herbert Kroemer (*1928) za
vývoj polovodičových heterostruktur používaných v opto-
elektronice a velmi rychlých elektronických obvodech
Jack S. Kilby (*1923) za příspěvek k vývoji integrovaných
obvodů